

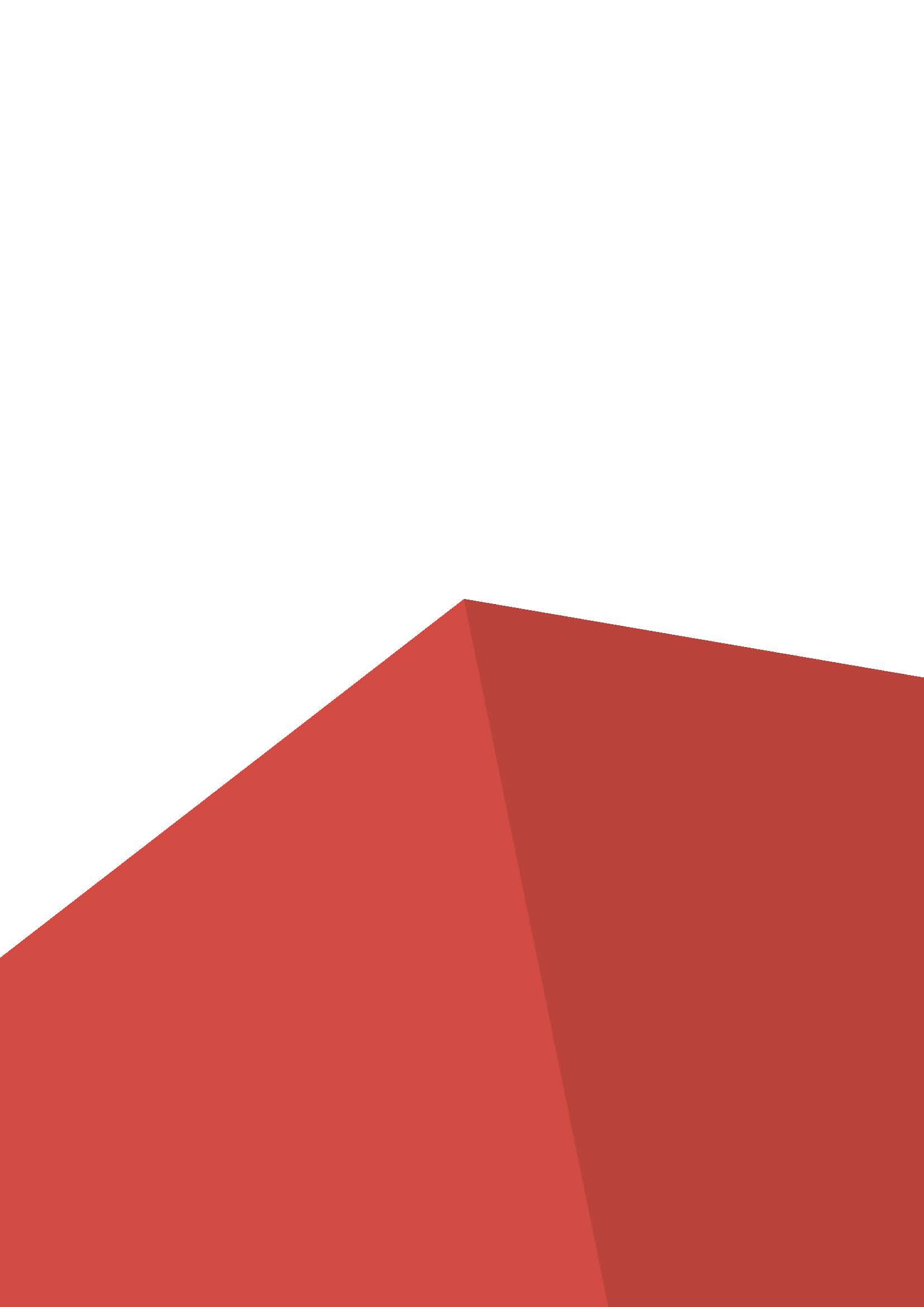
Согласовано\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Менеджер компетенции: Карпова Т.Ю.

Дата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ **Конкурсное задание**Компетенция

ЭКСПЛУАТАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Основная возрастная категория 16-22 год



Региональные Чемпионаты 2020-2021  
( Краснодарский край)

**ОСНОВНЫЕ 16 -22**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Количество часов на выполнение задания* | *Количество модулей* | *Количество конкурсных дней* |
| 17 часов | 8 модулей | **3** дня |

Конкурсное задание включает в себя следующие разделы:

1. ВВЕДЕНИЕ.
2. МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И ВРЕМЯ
3. ВВОД БАС В ЭКСПЛУАТАЦИЮ
4. ОПИСАНИЕ ЗАДАНИЯ ПО МОДУЛЯМ
5. ПРИЛОЖЕНИЯ

Эксперт и КОНКУРСАНТ обязаны ознакомиться с Конкурсным заданием **ДО** начала соревнований.

**ВВЕДЕНИЕ**

* 1. **СОПУТСТВУЮЩИЕ ДОКУМЕНТЫ**:

Конкурсное Задание является частью общего пакета  
Технической документации компетенции. В нём содержится только конкретная информация по выполнению задания.  
 Документ «Конкурсное задание» необходимо использовать совместно со следующими документами:

* WSI, WSR -Регламентирующая документация чемпионата, интернет-ресурсы;
* Кодекс этики и норм поведения;
* WSSS — Спецификации стандартов WorldSkills;
* Конкурсная документация 2020 г;
* Техническое Описание компетенции.
* Инструкции к оборудованию с техническими характеристиками;
* Инструкция по Охране Труда и Технике Безопасности   
  по компетенции, с учётом специфики каждой из возрастных групп;
  1. Форма участия Конкурсантов: **Индивидуальный - 1 человек.**
  2. Название профессиональной компетенции:   
     **«Эксплуатация Беспилотных Авиационных Систем»**

**1.4** Формат проведения **– ОЧНЫЙ**

**1.5** Конкурсант вправе завершить или сдать модуль раньше отведенного времени.

1.6 При поломке конкурсного оборудования конкурсант производит починку в основное конкурсное время самостоятельно.

**1.7 Штрафные санкции.** В случае нарушений Конкурсантом регламента Чемпионата и правил компетенции, зафиксированных в ТО и ТБ, Конкурсант может быть **отстранен от выполнения модуля**. При этом, набранные за данный модуль баллы обнуляются. При грубых нарушениях (таких, как вмешательство третьих лиц в самостоятельное выполнение конкурсантом задания или попытка воспользоваться чьей-то помощью и др. обозначенных в ТО, а также нарушение Кодекса этики) **конкурсант будет дисквалифицирован**.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Общие правила и ограничения** | | |
| Разрешенные действия | Запрещенные действия | Штраф |
| Использовать встроенную справочную информацию используемых программ | Использовать сторонние Интернет-ресурсы, не указанные в КЗ. Проносить на площадку «умные» часы и фитнес браслеты, наушники, микронаушники | За нарушение д правила баллы, набранные конкурсантом за модуль, обнуляются. |
| Использование программ:  Putty\Notepad ++\Visual Studio Code\  Текстовый редактор -Word или иной  Gazebo (и все предустановленные в симуляторе программы)  Google Chrome\ QGroundControl  Webex\ Zoom\ ColorMania  Windows media player\ Paint\ Таймер <https://soft.mydiv.net/win/download-Taimer-sekundomer.html> | Использование собственных носителей информации, заметок и инструкций в любом виде. Вход в мессенджеры, облачные хранилища, почту, форумы и соц. сети.  При ошибочном переходе по ссылке, она должна быть закрыта в течение 5 секунд) | За нарушение данного правила баллы, набранные конкурсантом за модуль, обнуляются. |
| Самостоятельное выполнение конкурсного задания.  Поднятие карточек «Требуется помощь технического эксперта», «Требуется медицинская помощь», «Есть вопрос» - для коммуникации с экспертами | Помощь третьих лиц, вербальное и невербальное общение во время модуля с целью получения преимуществ при выполнении конкурсного задания, | В порядке, предусмотренном регламентом ТО компетенции |
| Использовать инструкции от Skill Management Team | Самостоятельные действия без уведомления ГЭ, покидание рабочего (кроме случаев ЧП) | Штраф, согласно ТО. |
| Делать пометки в файлах КЗ, которые получают конкурсанты | Размещение на ноутбуке конкурсанта и использование в конкурсе домашних программ-заготовок, готовых кодов. | Баллы, набранные участником за программирование полёта, обнуляются. |

**МОДУЛИ КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ И ВРЕМЯ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Модуль** | **Описание задания** | **Время** | **Баллы** |
| **А** | **Мониторинг** | Подготовка полетной миссии | **2 часа** | **16** |
| Заполнение разрешительной документации Регистрация БПЛА |
| Удаленный мониторинг территории объектов |
| Обработка отснятого материала. Подготовка и загрузка отчета |
|  | | | | |
| **B** | **Программирование автономного полета** | Настройка симулятора Gazebo | **4 часа** | **22** |
| Написание программы, отладка в Gazebo, отладка на полигоне |
| Выполнение зачетного автономного полета по миссии (распознавание объектов на полигоне, работа с датчиками, модулем захвата). |
| Подготовка и загрузка отчета |
| Внесение изменений в конструкцию коптера, установка дополнительного оборудования. |
| Пролет через контрольные точки |
|  | | | | |
| **C** | **FPV пилотирование** | Установка и настройка видеокамеры и видеопередатчика.  Калибровка аппаратуры управления, настройка угла наклона камеры, полетного режима | **1 час** | **12** |
| Тестовый полет.  Прохождение трассы в режиме FPV на точность и скорость |
| Демонтаж видеокамеры и видеопередатчика, сборка коптера в стандартный вид |
|  | | | | |
| **D** | **Диагностика  и ремонт БПЛА** | Обнаружение и устранение неисправностей. Заполнение дефектной ведомости | **2 часа** | **13** |
| Настройка полетного контроллера Предполётная подготовка БПЛА |
| Полет по трассе в режиме  визуального пилотирования |
| Демонтаж оборудования, сборка коптера в стандартный вид |
|  | | | | |
| **E** | **Моделирование узла коптера** | Моделирование отдельных деталей и узлов квадрокоптера, крепежей и элементов полезной нагрузки | **3 часа** | **10** |
| Подготовка моделей к изготовлению |
|  | | | | |
| **F** | **Изготовление узла коптера** | Изготовление узла, финишная обработка | **2 часа** | **9** |
| Сборка, настройка узла коптера |
| Демонстрация и тестовые испытания узла |
|  | | | | |
| **G** | **Эксплуатация полезной нагрузки** | Внесение изменения в конструкцию коптера, установка внешней полезной нагрузки | **2 часа** | **11** |
| Настройка внешней полезной нагрузки  Тестовый полет) |
| Выполнение задач с полезной нагрузкой (захват и перенос груза / доставка / перемещение объектов) |
| **7 модулей** | | **3 конкурсных дня** | **16 часов** | **93**  **Балла** |

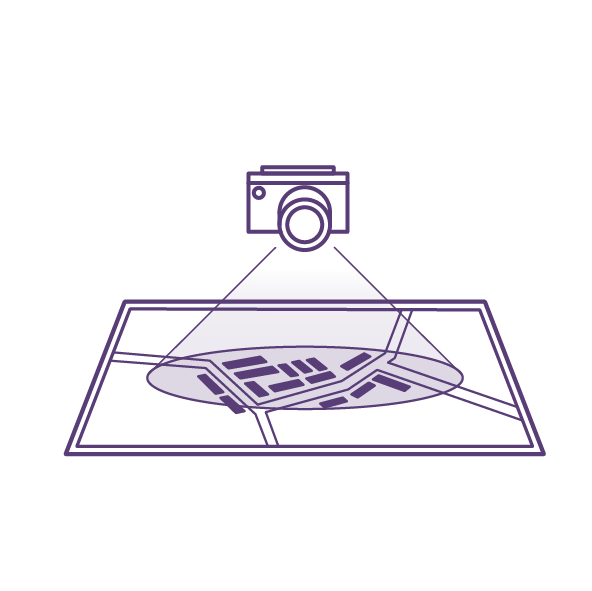
**ВВОД БАС В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

* 1. Перед включением питания аппарат должен соответствовать   
     нормам безопасности и иметь сертификат соответствия.
  2. К полётам в любой части (модуле) Конкурсного задания допускаются БПЛА:
* Полностью исправные.
* Все элементы конструкции надёжно закреплены.
* Изоляция проводов и целостность конструкции не нарушены.
* Аппараты с допустимым зарядом АКБ.
* Попадание какой-либо части БАС в зону вращения пропеллеров исключено.

|  |
| --- |
| **!!! ЗАПРЕЩАЕТСЯ:**  *Подключение питания к БАС с установленными пропеллерами  вне полётной зоны!* |

* 1. Для получения разрешения на взлёт БАС, в аппаратную часть которого вносились изменения в процессе выполнения конкурсного задания,   
     участнику необходимо провести:
* Предполётную подготовку с занесением произведённых действий в предполётную ведомость.
* Заверить предполётную ведомость подписью эксперта.

|  |
| --- |
| *Соблюдение техники безопасности на рабочем месте и при полетах,   охрана труда и порядок на рабочем месте  оцениваются на протяжении всего соревнования* |

**ОПИСАНИЕ ЗАДАНИЯ ПО МОДУЛЯМ**

***Модуль А***

**МОНИТОРИНГ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | ЗАДАНИЕ | Время | Оценка |
| 1 | Оформить заявку в Федеральное агентство воздушного транспорта о постановке на учет беспилотного летательного аппарата | 15 мин | Измеримая |
| 2 | Оформить разрешительную документацию, согласно техническому заданию на установление временного режима. | 15 мин | Измеримая |
| 3 | Сохранить разрешительную документацию в соответствующую папку на рабочем столе | 5 мин | Измеримая |
| 4 | Написать программы для мониторинга территории по указанным координатам. | 30 мин | Измеримая |
| 5 | Выполнение полетной миссии (на полет не более 5 минут). Взлететь со взлетно-посадочной площадки, облететь указанную в ТЗ территорию, обнаружить и отснять объекты | 5 мин | Измеримая |
| 6 | Загрузить отснятый материал на ПК | 10 мин | Измеримая |
| 7 | Обработать и составить анализ полученных данных на ПК | 30 мин | Измеримая |
| 8 | Сформированный отчет по результатам выполнения задания сохранить в соответствующую папку на рабочем столе (отчет) | 10 мин | Измеримая |
| Общее время выполнения модуля | | 2 часа | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Применяемое оборудование и ПО** | |
| Изображение выглядит как внутренний, стол, ноутбук, игрушка  Автоматически созданное описание | Учебный набор квадрокоптера по компетенции «Эксплуатация БАС» "СОЕХ Клевер 4 WorldSkills Russia" |
| Квадрокоптер с тепловизором для мониторинга "COEX Пеликан Mini"(на выбор региона) |
| Тулбокс участника, согласно ТО компетенции |
| **Программное обеспечение** - QgroundControl, Arduino IDE, Windows Media Player, Paint. |

**Описание миссии:**

На полетной зоне представлено 10 изображений, наглядно демонстрирующих чрезвычайные ситуации.  
Необходимо совершить мониторинг указанных зон и описать в таблице в какой зоне произошла какая чрезвычайная ситуация.   
Коптер осуществляет мониторинг в автоматическом режиме.   
В процессе мониторинга ведётся видеотрансляция с камеры коптера на компьютер участника.

**Задание на выполнение миссии**

1. Составить представление на полет, создать программу для автономного мониторинга, схему-план полета и провести регистрацию БПЛА.

1. Выполнить мониторинг территории  
2. Распознать чрезвычайные ситуации, наблюдаемые с указанных координат:

1. (0.22, 0.5)

2. (0.22, 2.5)

3. (0.22, 4.5)

4. (0.22, 5.5)

5. (1.96, 6.5)

6. (3.7, 7.5)

7. (3.7, 6.5)

8. (3.7, 2.5)

9. (3.7, 0.5)

10.(1.96,0.5)

3. Сформировать отчет по распознанным чрезвычайным ситуациям

Отчет включает в себя:

* *Фотографии заданных объектов крупным планом   
  (способ сохранения фотографий конкурсант определяет самостоятельно);*
* *Изображение должно быть горизонтально ориентированно   
  (не перевернуто)*
* *количество изображений должно быть равно количеству заданных для облета точек;*
* *Описание ЧП;*
* *Общее видео всего полета.*

\*Отчет (файл в формате .pdf), содержащий описание в форме таблицы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № зоны | Описание ЧП | Фото |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Ход выполнения модуля**:

* + Конкурсант заполняет разрешительную документацию на полет (файл в формате .doc) и заявку на регистрацию коптера (пример в приложении). Сохраняет файлы в соответствующею папку на рабочем столе.
  + Конкурсант пишет программу для автономного мониторинга и проводит тестовые полеты на полигоне. Тестовые полеты проходят в порядке живой очереди. На одну попытку отводится не более 5 минут.
  + Коптер выполняет полетное задание на полигоне, при этом видео с камеры коптера транслируется на экране конкурсанта.   
    Необходимо произвести запись видео трансляции для дальнейшей обработки. Видео будет транслироваться с камеры Raspberry Pi.
  + Конкурсант производит обработку данных с камеры.
  + Конкурсант формирует отчет.
  + Конкурсант загружает отчет в соответствующую папку на рабочем столе.

Приложения к Модулю А «Мониторинг»

Начальник Главного центра ЕС ОрВД - ГЭ

Начальник Зонального центра ЕС ОрВД - Зам ГЭ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п.п.** | **Перечень основных**  **данных и требований** | **Содержание основных данных и требований**  **к выполнению работ** |
| 1 | Общие сведения о Заказчике | Региональная площадка по компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» (указать регион)  **Местоположение:** адрес организации. |
| 2 | Описание места проведения  работ | •Климат континентальный, возможны выпадение осадков  -абсолютный минимум температуры воздуха - 30 гр. С (декабрь);  -абсолютный максимум температуры воздуха + 36 гр. С (июнь-июль);  •городская местность. |
| 3 | Данные о БПЛА | Тип: квадрокоптер (Клевер 4)  Тип двигателей: бесколлеткорный, COEX 2306 2300KV  Серийный номер: номер стола участника  Максимальная взлетная масса: 836 гр  Наименование изготовителя: COEX |
| 4 | Установленный режим | Временный. Номер временного режима: ВР-508 |
| 5 | Объем выполняемых работ | Координаты выполнения работ:  55.616490, 37.714090  55.614500, 37.715160  55.613806, 37.710174  55.620454, 37.704310  Высоты выполнения работ:  AGL от 0 до 200 м  Радиус зоны мониторинга:  100м |
| 6 | Сроки выполнения работ | Сроки чемпионата |
|  | Источники для инициализации данных полета | 1. <https://fpln.ru/> - для определения зоны полет 2. <https://favt.ru/> 3. <https://yandex.ru/maps/2/saint-petersburg/?ll=30.315635%2C59.938951&z=11> - для создания схемы-плана полета (пример выслан) 4. <https://votetovid.ru/#49.994,93.999,6z,trb> - онлайн карта высот (для определения AMSL) |

12.12.2020 18:00

Начальнику Главного ЕС ОрВД Карповой Т.Ю.

от Иванова Ивана Ивановича.

моб. тел: 8(495)000-00-00

e-mail: ...@yandex.ru

**ПРЕДСТАВЛЕНИЕ**

**на установление временного режима**

**в районе ответственности Московского ЗЦ ЕС ОрВД**

С целью обеспечения безопасного использования воздушного пространства при выполнении полётов БВС (квадрокоптер Клевер-4WS, взлетная масса 2 кг; самолет) прошу Вас установить временный режим использования воздушного пространства Москворечье-Сабурово

**а) дата мероприятия:**

основные дни: 11.09.2020, 12.09.2020

резервные дни 13.09.2020

**б) границы района:**

радиус 100 метров с центром в точке 00°00'00" 000°00.00', диапазон высот 119 - 219 метров (AMSL).

**в) время начала и окончания мероприятия (UTC):**

09:00 - 10:30

**г) запретные зоны и ограничения в районе, в котором планируется установление местного режима:**

отсутствуют.

**д) воздушные суда, на которые режим не распространяется:**

- БВС квадрокоптер Клевер-4 WS взлетная масса 2 кг, рег. № номер стола участника

**е) порядок управления полётами БПЛА, участвующими в мероприятии:**

Внешний пилот: Иванов Иван Иванович.

**ж) руководитель мероприятия:**

Иванов Иван Иванович

**з) представление разработал:**

Иванов Иван Иванович

Полеты проводятся в тестовых целях.

Приложение:

- план полета

С уважением, Иванов Иван Иванович.

***Изображение выглядит как часы

Автоматически созданное описаниеМодуль В*Программирование автономного полета**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Задание** | **Время** | **Оценка** |
| **Подмодуль F-1** | | | |
| 1 | Установка на БПЛА оборудование, необходимое для автономного полета, Установка камеры и RaspberryPi, дополнительного оборудования | 60 мин | Измеримая |
| 2 | Настройка оборудования (необходимо продемонстрировать экспертам и получить подпись) |
| **Подмодуль F-2** | | | |
| 1 | Настройка симулятора Gazebo. Загрузка модели полигона в симулятор. Тестовые полеты в симуляторе.  **Полеты на полигоне не доступны.** | 60 мин | Измеримая |
| 2 | Программирование и отладка в симуляторе и на полигоне | 165 мин |
| 3 | Зачетная попытка. | 15 мин | Измеримая, Судейская |
|  | **Общее время выполнения модуля** | **4 часа** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Применяемое оборудование** | |
| Изображение выглядит как внутренний, стол, ноутбук, игрушка  Автоматически созданное описание | Учебный набор квадрокоптера по компетенции «Эксплуатация БАС» "СОЕХ Клевер 4 WorldSkills Russia" |
| Ноутбук с предустановленным симулятором Gazebo |
| Дополнительные датчики, совместимые с RaspberryPi. |
| Система навигации по Aruco-меткам |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Применяемое ПО** | | |
| **1)**[**https://clover.coex.tech/ru/**](https://clover.coex.tech/ru/)**.**  **(*Допустимо использование любого раздела)***  **2** [**https://pythonworld.ru/samouchitel-python**](https://pythonworld.ru/samouchitel-python)  **3)** [**https://clover.coex.tech/ru/nti2020\_p4df2.html**](https://clover.coex.tech/ru/nti2020_p4df2.html)  **4)**[**https://docs.opencv.org/master/d6/d00/tutorial\_py\_root.html**](https://docs.opencv.org/master/d6/d00/tutorial_py_root.html)  **5)** [**https://www.ros.org**](https://www.ros.org) | **QgroundControl,**  **Gazebo, ColorMania,**  **Google Drive, Webex,**  **Chrome, NotePad ++** | **ПК конкурсанта** |

**Ход выполнения модуля:**

* Технический эксперт предоставляет конкурсанту мир для Gazebo, соответствующий полигону. Конкурсант производит необходимые дополнительные настройки симулятора.
* Конкурсант пишет программу автономного полета для выполнения миссии в соответствии с ТЗ и проводит ее отладку в Gazebo.
* Конкурсант вправе сделать тестовый вылет на полигоне в порядке живой очереди.
* Конкурсанты допускаются к полетам только после демонстрации рабочего кода в симуляторе.
* Конкурсант до окончания времени, отведенного на написание кода выполняет зачетную попытку в порядке живой очереди.

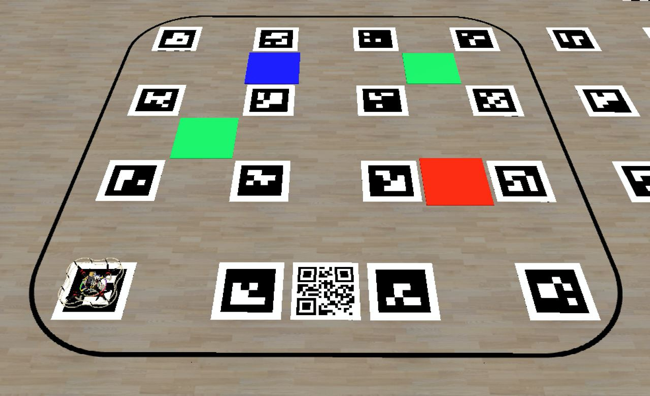
**Дополнительные условия:**

* + - 1. Использование собственных носителей информации, заготовленных записей или шаблонов программ запрещено.
      2. Код автономного полета пишется на языке Python с использованием инструментов ROS.

**ПРИМЕР ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ МИССИИ**

Дрон прилетел на зарядную станцию, но она оказалась занята.   
Тип зарядной станции становится известен в момент распознавания первой станции (цветовой метки). В QR коде, расположенном рядом с зарядной станцией, хранится информация о близлежащих зарядных станциях, но нет информации о типе зарядки (контактная, бесконтактная, смена аккумулятора – определяется цветом метки).  
 Необходимо облететь все станции, выбрать подходящую, записать ее цвет и приземлиться на нее, мигая красным цветом (записать цвет в текстовый файл).

**По итогу полета необходимо сформировать отчет в формате:**

Color HSV (или RGB): 180 255 255

QR: x y x y x y

Point1: 180 255 255

Point2: 180 255 255

Point3: 180 255 255

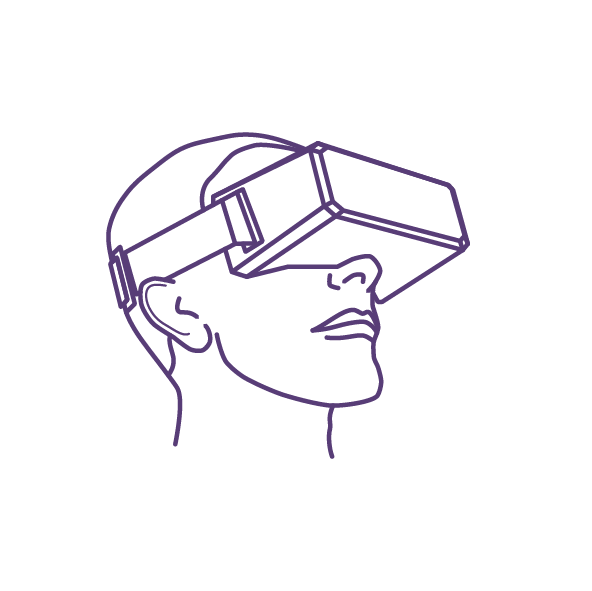
Answer: Point1

Формат QR – кода: x y x y x y (0.4 1.4 0.6 1.2 0.8 2.0)

Координата QR – кода: (0.0 1.5)

Координата первой цветовой метки: (0.0 0.5)

1. Навигация осуществляется по карте ArUco-маркеров.
2. \*Расположение цветных маркеров, QR - кодов и ArUco-маркеров на полигоне может меняться.

******

***Модуль С*FPV пилотирование**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Модуль** | **Хронометраж полётов** | **Время** | **Оценка** |
| 1 | Внесение изменения в конструкцию коптера; настройка видеокамеры и видеопередатчика;  изменение угла наклона камеры; настройка Rate-ов. | | ***30 мин*** | Измеримая |
| 2 | Предполётная подготовка аппарата с использованием FPV-шлема | | ***20 мин*** | Измеримая |
| предполётный визуальный осмотр БПЛА | |
| проверка целостности узлов и надёжности креплений | |
| проверка системы видео передачи, настройка канала | |
| 3 | Прохождение трассы в FPV-шлеме - точность \ скорость | | ***10 мин*** | Измеримая |
| 4 | Оценка целостности БПЛА по завершении полёта | | ***-*** | ***Судейская*** |
| 5 | Соблюдение правил ТБ и Охраны Труда | | **Постоянно*о*** | ***Судейская*** |
| ***Общее время выполнения модуля*** | | | ***1 час*** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Применяемое оборудование** | |
| Конструктор СОЕХ Клевер 4 WorldSkills Russia | FPV шлем |
| Аппаратура РУ | ПО - Betaflight configurator |
| ПО - BlHeli configurator |  |

**Дополнительные условия при выполнении полётов:**

* Конкурсанты могут находиться только в специально обозначенных для пилота зонах;
* Во время выполнения модуля конкурсант может производить тестовые полеты, которые проходят в рамках живой очереди.  
  Приоритет имеют те конкурсанты, которые еще не совершали тестовых полетов;
* Занять очередь на тестовые полеты можно не позднее, чем за 15 минут до окончания времени тестовых полетов;
* Максимальное время одной тестовой попытки – 3 минуты.  
   Количество тестовых попыток не ограничено в рамках отведенного на тестовые полеты времени;
* Время на устранение поломок, полученных в результате модуля, включено во время выполнения модуля;
* Предполетная подготовка 1 минута;
* Время прохождения трассы 3 мин. С момента запуска двигателей;
* Время окончания прохождения трассы считается по полной остановке вращения моторов.

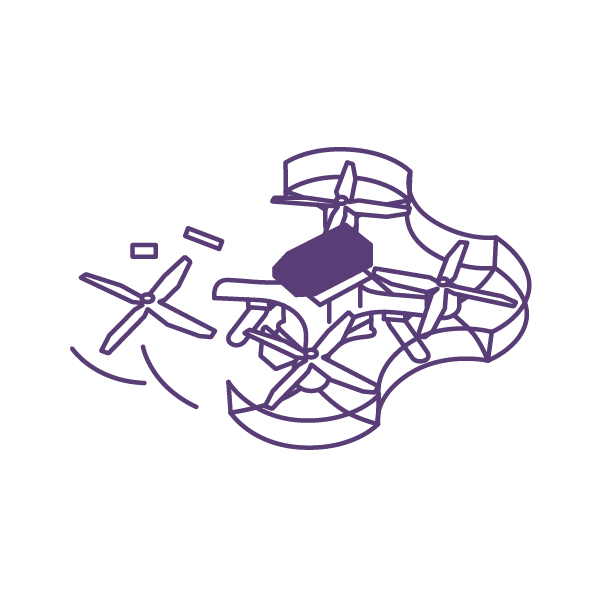
**Если конкурсант не справляется с установкой и настройкой fpv-оборудования за отведённое в КЗ время.**

* + полёты производятся на резервном коптере, находящемся на станции технического эксперта. В этом случае Конкурсант убеждается в работоспособности коптера (получение сигнала на видеошлем, арм коптера) и приступает к зачётной попытке без проведения тестовых полётов.
  + Время конкурсанта не останавливается
  + Время на тестовые полёты не предоставляется
  + Баллы за установку и настройку оборудования не начисляются.

**Трасса /полоса препятствий:**

Трасса - совокупность 10 элементов в правильной последовательности. Время прохождения трассы составляет 3 мин. Если один элемент трассы пройден неверно, участник имеет право вернуться и пройти элемент повторно. Пример трассы приведен ниже.

|  |  |
| --- | --- |
| **Схема маршрута с препятствиями:** | **3D модель трассы** |
|  |  |

***Модуль D*Диагностика и ремонт БПЛА (мультикоптера)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Задание** | **Время** | **Оценка** |
| 1 | **Обнаружение и устранение неисправностей** | 80 мин | Измеримая Судейская |
| Занести обнаруженные неисправности в дефектную ведомость |
| Устранить выявленные неисправности |
| Устранить недостатки конструкции,  привести коптер в рабочее состояние |
| **Предполётная подготовка БПЛА** |
| 2 | Занести произведённые действия в Лист предполётной подготовки | 35 мин | Измеримая Судейская |
| Получить разрешение на взлёт |
| Провести тестовые взлёты и дальнейшую настройку коптера |
| Выполнить контрольный взлёт, набор высоты и зависание отремонтированного и настроенного мультикоптера. |
| 3 | Контрольный пролет по трассе в режиме визуального пилотирования | 5 мин | Измеримая |
|  | **Общее время выполнения модуля** | **2 часа** | |

**Оборудование, необходимое для выполнения задания:**

Учебный набор квадрокоптера по компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» "СОЕХ Клевер 4 WorldSkills Russia".  
Программное обеспечение – QgroundControl  
  
**Секретная часть задания:** *Определяется главным экспертом*

* Перечень вносимых неисправностей.
* Суммарное количество дефектов и неисправностей**.**

**Условия выполнения модуля:**

* Во все аппараты вносятся ***одинаковые*** неисправности - по эталонной ведомости с секретным перечнем вносимых неисправностей.
* Эксперты предварительно должны убедиться в отсутствии в конструкции других неисправностей, кроме внесённых.
* Внесение неисправностей производится главным и техническим экспертом.
* Конкурсант заносит обнаруженные дефекты и неисправности   
  в *Дефектную ведомость* мультикоптера в соответствии с профессиональной терминологией. [***Приложение D2*]**.
* Дефектная ведомость заполняется в электронном варианте.
* Обозначение элементов приведено в [***Приложение D 2*]**.
* Неисправность не будет считаться устранённой при наличии   
  в паяном соединении не пропаянных или закороченных участков.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Модуль D** | **ТАБЛИЦА НЕИСПРАВНОСТЕЙ** | | | |
|  | **Критические неисправности** | | **Некритичные дефекты** | |
| ***Услобозначение*** | ***Приводят к нежизнеспособности аппарата  /потенциально опасны*** | ***Усл. обозначение*** | ***Влияют на полётные характеристики***  ***и безопасность полёта*** |
| ***Тип*** | **K1** | Винтомоторной группы и ошибки установки | **D1** | Ошибки сборки рамы |
| *Аппаратные* | **K2** | Регуляторов и ошибки их подключения | **D2** | Отсутствие (поломка) элементов защиты |
| *Конструктивные* | **K3** | Платы PDB и ошибки её подключения | **D3** | Нарушение целостности элементов защиты |
| *Программные* | **K4** | Полётного контроллера и ошибки его подключения | **D4** | Отсутствие части крепежных элементов |
| *Неисправность в системе* | **K5** | Неправильное подключение аккумуляторной батареи | **D5** | Отсутствие необходимых дополнительных функций аппаратуры радиоуправления |
| ***Куда вносятся*** |
| **К6** | Неисправности приёмника и ошибки его подключения | **D6** | Ошибки установки комплектующих, влияющих на качество полета |
| *БАС* |
| **К7** | Нарушение целостности рамы | **D7** | Ошибки подключения дополнительных датчиков и модулей, не влияющих на безопасность полёта |
| *Пульт управления* |
| **K8** | Иные | **D8** | Иные |

**Ожидаемый результат выполнения модуля:**

* Конкурсант продемонстрировал работоспособность отремонтированного аппарата.
* Конкурсант сдал заполненную дефектную ведомость со списком выявленных неисправностей.
* Конкурсант совершил контрольное зависание и пролет по трассе.

**Точки «СТОП»** *(на усмотрение региональной площадки)*

* Аккумуляторные батареи (АКБ) недоступны на рабочих местах до запуска модуля (до демонстрации отсутствия короткого замыкания)
* АКБ выдает Тех.эксперт по запросу Конкурсанта
* До первоначального подключения АКБ (активация Точки СТОП) Конкурсант должен продемонстрировать Экспертам отсутствие короткого замыкания в электрических и управляющих цепях (на PDB) Экспертам.
* Конкурсанты завершают работу над конкурсным заданием по сигналу Эксперта, ответственного за хронометраж.

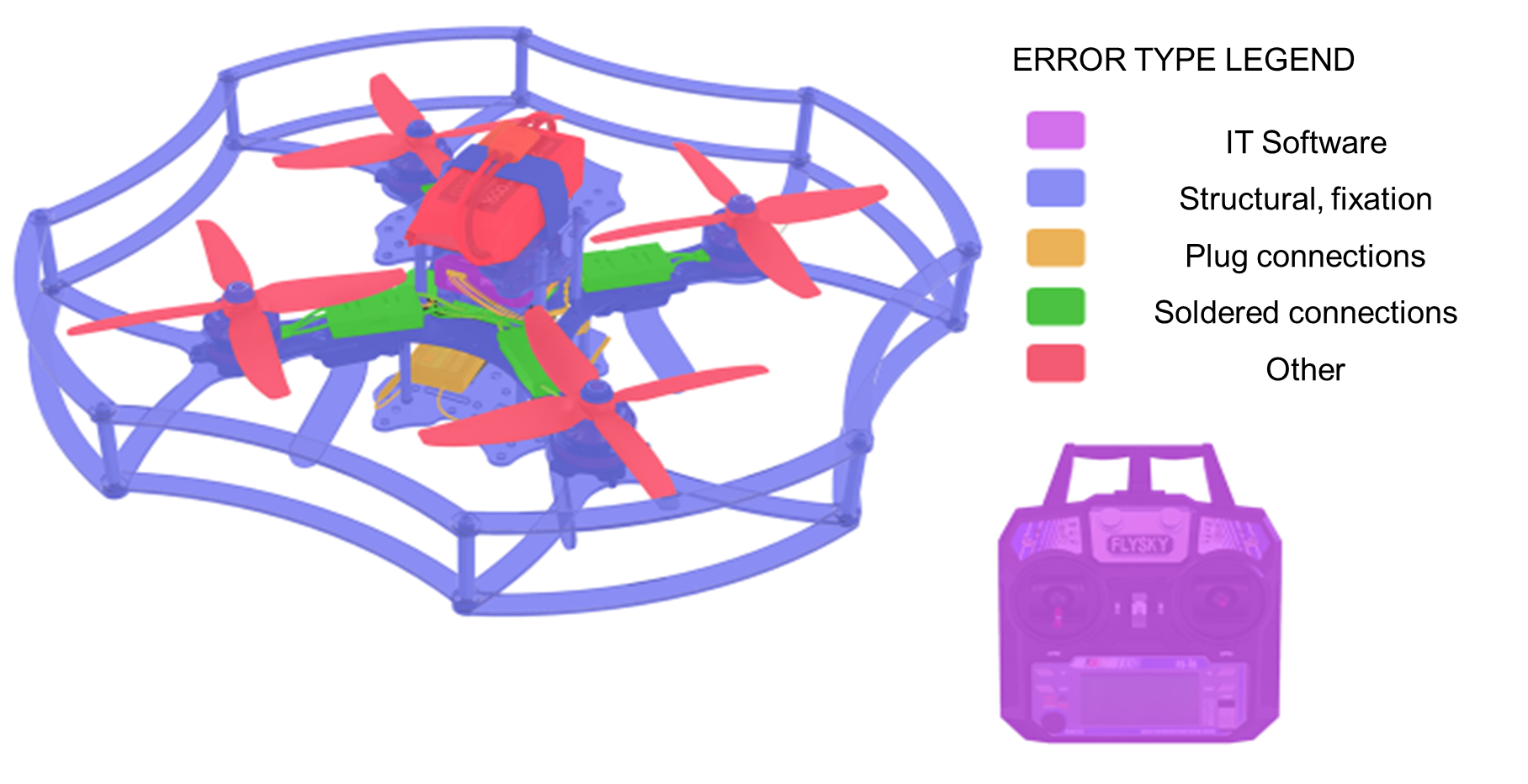
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Алгоритм и тайминг этапов выполнения задания** | | |
| Этап | Действие | Комментарии |
| Проверочный полет отремонтированного и настроенного коптера включает: | | |
| Первый тестовый взлет | **Заполнить** ведомость предполётной подготовки. | [***Приложение D2*]** |
| Получить разрешение на взлёт |
| Тестовые полеты | Время: 2 мин | Кол-во попыток **неограниченное,** при наличии свободной полётной зоны |
| **Зачётный полёт** | Время: 2 мин | 1 попытка |
| *Очередность полетов регулируется экспертами* | старт с взлетной площадки |  |
| перелет в зону контрольного зависания |  |
| удержание позиции по координатам x,y,z в указанных экспертами пределах | Конкурсант сообщает о готовности |
| время удержания  от 10 до 15 сек | *Устойчивый набор высоты не менее 1 метра* |
| совершение посадки | на посадочную площадку |
| **Пролёт по трассе** | Время:2 мин 1 круг, 10 элементов | *За касание пола, сетки, элементов трассы начисляется штраф* |
|  | *Общее время полета 3 мин* | ***включая зависание*** |
| ***Время на устранение поломок, появившихся или обнаруженных во время выполнения зачетной попытки, входит в конкурсное время участника (время не останавливается).*** | | |
| Завершение модуля | Предполётная ведомость | [***Приложение D1*]** |
| Дефектная ведомость | [***Приложение D2*]** |
| Покинуть рабочее место | **Сдать документы экспертам** |
| Время завершения модуля | Осуществить зачетный полет | (1 попытка) |
| Конкурсант завершает модуль по истечению обозначенного времени | По таймеру |
| Конкурсант может завершить модуль раньше обозначенного времени | При завершении модуля менее 70 мин, Конкурсант получает дополнительные баллы. |
| Дальнейшая настройка коптера для обеспечения стабильного полёта | |  |
| Зачетный полет, подъем и задержка в специально отведенной зоне в течение обозначенного времени с использованием отремонтированного и настроенного коптера | |

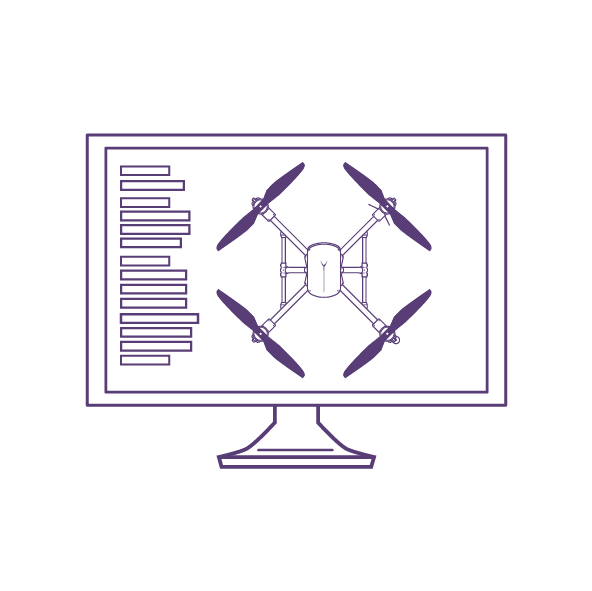
**Система штрафов в рамках модуля D:**

К снижению баллов за заполнение дефектной ведомости и пояснительной записке ведёт:

* *-некорректно выстроенная фраза, не позволяющая понять суть изложенного;*
* *использование словосочетаний, не относящихся к профессиональной терминологии*.

Подробно *«Система штрафов и санкций» см. в ТО компетенции.*

****

***Модуль E* Моделирование узла коптера**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Задание** | **Время** | **Оценка** |
| 1 | Разработка корректной схемы работы устройства и механизма | 30 мин | Измеримая Судейская |
| 2 | Моделирование узла, подготовка чертежа и визуализации | 100 мин | Измеримая |
| 3 | Подготовка файлов для 3D печати.  Составление пояснительной записки. Подготовка документации для сдачи экспертам. | 50 мин | Измеримая |
| 4 | Печать тестового образца (остается у конкурсанта) |  |  |
|  | **Общее время выполнения модуля** | **3 часа** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Применяемое оборудование и ПО** | |
| Изображение выглядит как внутренний, стол, ноутбук, игрушка  Автоматически созданное описание | Учебный набор квадрокоптера по компетенции «Эксплуатация БАС» "СОЕХ Клевер 4 WorldSkills Russia" |
| Компьютер (ноутбук) |
| Набор инструментов измерительные инструменты. |
| **Программное обеспечение** – 3D редактор на выбор конкурсанта |

**СЕКРЕТНАЯ ЧАСТЬ ЗАДАНИЯ**

**(ПРИМЕР)**

Смоделировать устройство для дозированного внесения семян, совместимое с конструктором программируемого квадрокоптера СОЕХ Клевер 4 WorldSkills Russia, работающее с помощью сервопривода и платы Ардуино с использованием световой индикации.

**В рамках модуля конкурсанту необходимо**:

* Используя ПО, убедиться в возможности изготовления разработанного узла  
  с помощью предоставленного оборудования и комплекта расходных материалов в отведенное на осуществление печати время (3 часа);
* Исходя из ТЗ, определить перечень оборудования, необходимого для разработки и изготовления узла;
* Построить редактируемую компьютерную модель пригодную для последующего производства.
* Проверить смоделированный узел на возможность печати   
  с помощью специализированного ПО (сделать слайсинг модели).

**Дополнительные условия выполнения модуля:**

* Во время проверки оборудования в С-1 конкурсанту тестирует печать на 3D принтере, на котором будет производиться изготовление (не более 30 минут).  
  В первые 30 минут модуля конкурсант вправе произвести тестовую печать на 3D принтере, на котором будет производиться изготовление (**не более 30 минут**). Изготовленный образец конкурсант получит за **40 минут** до окончания модуля. Конкурсант может отдать на тестовую печать STL (несколько деталей) или файл с параметрами печати в формате .plgx, но общее время печати не более 30 минут на одного Конкурсанта.

**Технические характеристики построенной полигональной модели:**

* Построенная конкурсантом компьютерная модель должна быть:
  + - -трехмерной, полностью объединенной и редактируемой,
    - -элементы модели должны быть сопряжены между собой;
* Модель должна допускать возможность последующей работы,  
  с целью определения ее параметров и внесения изменений;
* Модель может быть выполнена в формате сборки (состоять из нескольких деталей). Количество деталей в конечной сборке (не более 5)
* Единицы измерения: линейные - мм, угловые - градусы
* Ориентировочное время печати (не более 3 часов) при заполнении   
  не менее 30%, толщине слоя не менее 0,2 мм, 45 мм/сек;
* Толщина стенки детали не менее 1 мм;
* Габариты размещенных для печати деталей не более 200х200х200;
* Габаритные блоки выданных элементов (светодиод, ардуино, сервопривод) синего цвета;
* Детализированное отображение выданных элементов, в соответствии с их реальными размерами;
* Предусмотрено винтовое соединение сервопривода к модели узла
* Текстура узла (визуализация);
* Предусмотрено посадочное место для крепления узла к раме коптера;
* Наличие отверстия для крепления световой индикации.

**Оцениванию подлежит**

* Наличие визуализации;
* Функциональность модели; Эстетика и эргономика;
* Демонстрация места сопряжения моделируемой детали с узлом коптера (не жесткая привязка деталей в сборке);
* Место крепления узла в соответствии с ТЗ.

**Оформление чертежа разработанного узла**

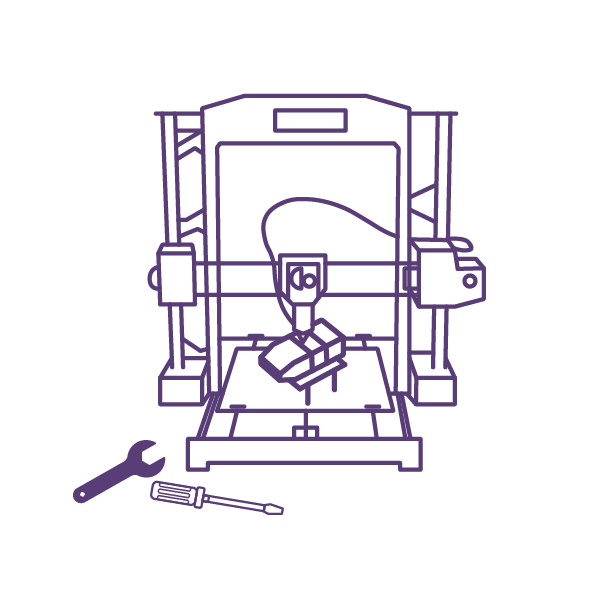
* *указание габаритных размеров разработанного узла,*
* *монтажных отверстий сопрягаемых деталей разработанного узла,*
* *заполнение основной надписи. Материал должен быть указан реальный!*
* *размещение видов,*
* *общая читаемость чертежа, наличие изометрии*
* *на чертежах указан масштабный размер;*

**Ожидаемый результат выполнения модуля:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| # | Документ | Комментарий |
| 1 | Исходный документ 3D модели  *compNassem1 - assembly*  *compNpart1 - detail 1*  *compNpart2 - detail 2* | 3D модель разрабатываемой детали сохраняется в исходном формате.  -Названия дополнительных частей разрешается сохранять в произвольном виде (servo, Arduino, camera, etc.) |
| 2 | Документы STL  *compNassem1.STL; compNpart1.STL; compNpart2.STL* | 3D модель разрабатываемой детали  (и её отдельных элементов) в формате.stl  Сохранение отдельных частей детали в формате STL и полную сборку в одном документе. |
| 3 | Визуализация  *compNnodeRender.jpg* | Рендер разрабатываемой детали или тонированная аксонометрическая проекция |
| 4 | Чертеж Проектируемого Узла  (.pdf; .jpg ; .png)  *compNdrawing1.pdf* Чертёж должен отражать следующие аспекты: | **3 проекции**: *(допускаются дополнительные проекции при условии, что они содержат важную и необходимую информацию для понимания)* |
| Изометрическая проекция |
| Внесение данных в титульный блок чертежа  (основную надпись) *Выполнил, Масштаб, Дата, Название узла, Материал, Компетенция)* |
| Размеры |
| Отверстия для установки ответных частей  включая рамку дрона или посадочную площадку (подиум) |
| Плоскость симметрии |
| 5 | Скриншот крепления  *compNscreenshotJoin.jpg* | Скриншот точки соединения разрабатываемой детали с дроном (.jpg; .png) |
| 6 | Схема узла,  *compNschematic.png (jpg)* | Схема узла (узлов) на которой показана работа механизмов |
| 7 | Скриншот размещения частей (слайсинг)  *compNscreenshotSlice.jpg* | Скриншот схемы размещения частей  с указанием времени печати (.jpg или .png) |
| 8 | Пояснительная записка *compNDescription  (txt, docx, pptx)* | В свободной форме (не более 700 символов), информация о дополнительных функциональных возможностях разрабатываемого узла и его общее описание. Разрешено вставлять изображения, диаграммы и другие материалы, необходимые для наглядности и понимания. |
| 9 | Инструкция по эксплуатации comp Instruction  *(txt, docx, pptx)* | В свободной форме (не более 700 символов), пошаговая инструкция по эксплуатации разработанного узла. Разрешено вставлять изображения, диаграммы и другие материалы, необходимые для наглядности и понимания. |
| 10 | Документ для печати  *compNprint.plgx* | Документ для печати позволяет изготовить детали в соответствии с настройками Конкурсанта. |
| 11 | Результаты своей работы конкурсант должен сохранить на рабочем столе:  ***C:/Users/*ИМЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ*/Desktop/Конкурсант № (*НОМЕР КОНКУРСАНТА*) Фамилия И.О. /Модуль С*** | |
| 12 | Файл печати  *compNprint.plgx* | Файл печати позволяет изготовить разработанный узел строго по выставленным настройкам конкурсанта. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Конкурсант** | **Эксперт** |
| Вправе использовать любую программу слайсер для формирования gCode. (PolygonX) | Сохранить на флешке файл, подготовленый конкурсантом к печати |
| Подготовка STL файлов | Окончательно файл печати формируется Экспертом, ответственным за 3D печать, (на основе файла Конкурсанта) |
| Продемонстрировать папку с файлами выполнения задания | **Зафиксировать перечень файлов (принтскрин).** На принтскрине должно явно отображаться:   * + - 1. *Путь к папке*       2. *Названия файлов*       3. *Тип (формат) файлов*       4. *Дата изменения файлов* |
| Сохранить на флешку файлы и принтскрины Конкурсанта |
| По итогам модуля будет сформировано два комплекта изготовленных деталей: | |
| ***Комплект А***: использованы  настройки печати Конкурсанта | ***Комплект Б***:  использованы настройки печати ТехЭксперта |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разрешенные действия | Запрещенные действия | Штраф |
| Интернет разрешен только для ***Autodesk Fusion*** | *Пользоваться интернет-ресурсами, кроме обозначенного* | За нарушение - баллы, набранные конкурсантом  за модуль, обнуляются |
| Конкурсант может создавать на бумаге эскизы в конкурсное время, которые послужат основой для трехмерного моделирования компонентов или узлов. | *Запрещено использовать готовые эскизы или чертежи (на бумаге или в электронном виде), которые могут послужить основой для 3-х-мерного моделирования узлов* |

***Модуль F***  **Изготовление узла коптера**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Задание** | **Время** | **Оценка** |
| 1 | Изготовление отдельных частей узлов коптера / крепежных деталей/грузоподъемных элементов.  Финишная обработка поверхности | 40 мин | Измеримая Судейская |
| 2 | Сборка, монтаж, настройка узла коптера | 40 мин | Измеримая |
| 3 | Установка узла на БПЛА.  Изменить сборку коптера с помощью изготовленных частей,  Довести до эксплуатационного уровня, настроить коптер; | 30 мин | Измеримая |
| 4 | Демонстрация и тестовые испытания узла | 10 мин | Измеримая Судейская |
|  | **Общее время выполнения модуля** | **2 часа** | |

**Технология выполнения:** 3D печать, фрезеровка, лазерная резка.

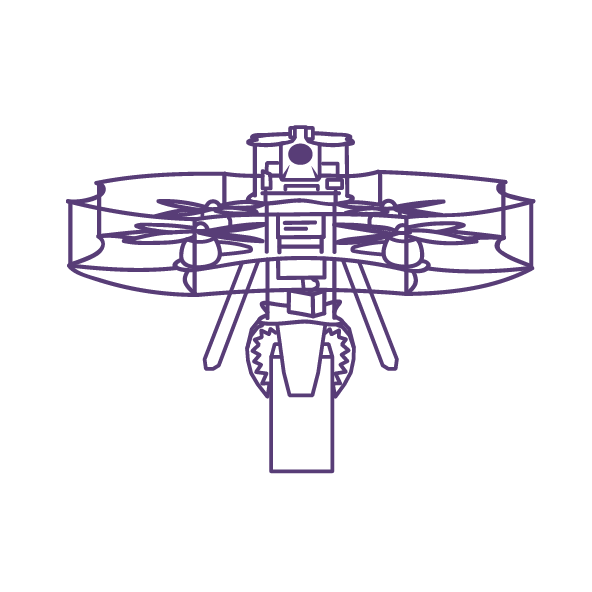
|  |  |
| --- | --- |
| **Применяемое оборудование и ПО** | |
|  | 3D принтер |
| Изображение выглядит как внутренний, стол, ноутбук, игрушка  Автоматически созданное описание | Учебный набор квадрокоптера по компетенции «Эксплуатация БАС» "СОЕХ Клевер 4 WorldSkills Russia" |
| Компьютер (ноутбук), микрокомпьютеры и микроконтроллеры электронные компоненты (датчики, резисторы, транзисторы, диоды и пр.). |
| Набор инструментов, измерительные инструменты, |
| дополнительное оборудование: серводвигатели / шаговые моторы, электромагнитный захват и др. |
|  | Тулбокс, согласно ТО компетенции |

**Дополнительные условия выполнения модуля:**

* Устройство разработано в рамках модуля «Моделирование узла коптера».
* В рамках модуля «Изготовление» требуется финишная обработка, сборка и монтаж устройства на коптер.
* Если в задании присутствует сборка узла из нескольких электронных компонентов, то предоставляется примерная рабочая схема сборки.
* Время печати / фрезеровки/ резки/   
  в тайминг выполнения задания **не входит.**
* Процесс изготовления деталей на 3D принтере осуществляется и контролируется техническим (технологическим) экспертом.

**Ожидаемый результат выполнения модуля:**

* Произведен контроль точности изготовления.
* Выполнена финишная обработка поверхностей изготовленных узлов.
* Собрана схема, устройство настроено и функционирует.
* Устройство установлено в изготовленный корпус узла.
* Узел установлен на квадрокоптер.
* Выполнено сопряжение узла с электрооборудованием квадрокоптера.
* Работоспособность узла в сборе продемонстрирована экспертам.
* Произведены испытания узла в режиме реального полёта.
* 3D модель узла, поданная участником, совпадает с изготовленным устройством. *Иначе баллы за моделирование не начисляются*.
* Вся отчетная документация, схемы и чертежи подготовлены.  
   чек-листы подписаны и сданы Ответственному эксперту по окончании модуля.

***Модуль G*Эксплуатация полезной нагрузки**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Задание** | **Время** | **Оценка** |
| 1 | Внесение изменения в конструкцию коптера (установка полезной нагрузки (захвата) на коптер и оборудование системы полезной нагрузки световой индикацией). Настройка оборудования. | 100 мин | Измеримая |
| 2 | Предполётная подготовка. Тестовые испытания системы полезной нагрузки / захватывающего устройства | 10 мин | Измеримая |
| 3 | Выполнение полетного задания с системой полезной нагрузки / захватывающим устройством | 10 мин | Измеримая |
|  | **Общее время выполнения модуля** | **2 часа** | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Применяемое оборудование и ПО** | |
|  | Учебный набор квадрокоптера по компетенции «Эксплуатация БАС» "СОЕХ Клевер 4 WorldSkills Russia" |
| Тулбокс участника, согласно ТО компетенции |
| Набор инструментов |
| **Программное обеспечение** - QgroundControl, Arduino IDE |

С**екретная часть задания:** Трасса, препятствия и характер груза.

*Вариант захвата грузов механический*

**Дополнительные условия выполнения модуля:**

* Установка и работоспособность захватывающего устройства, в том числе световой индикации, должна быть продемонстрирована экспертам до начала зачетных попыток. После баллы за установку и настройку начисляться не будут.
* Время предполетной подготовки перед попыткой - 2 мин   
  (разрешены полеты по трассе с прохождением элементов и захватом грузов).
* Во время зачетной попытки

o Участник может войти в зону полета, чтобы починить коптер

o Участник не может касаться мячей руками

* Если мяч падает на землю в полете, участник может схватить мяч захватом и выгрузить прямо в коробку, не проходя через препятствие. Баллы за прохождение через элемент (препятствие) не присуждаются.

**Полетное задание может включать в себя:**

* Взлет.
* Захват груза.
* Перемещение груза через соответствующие по цвету элементы трассы.

**Задачи по переносу груза**

* Доставить груз в зону разгрузки, пролетая через препятствия

**Ошибки при выполнении доставки, подлежащие штрафу**

* Касание пола, сетки, элементов трассы.   
  (Грузоприёмник может быть затронут)
* Посадка в указанное место с без груза.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип полёта | Комментарий | время |
| Пробные полеты | Могут выполняться в течение общего времени модуля | 1 час 20 минут |
| Допускается повторный пробный полет при отсутствии очереди | Время учитывается с момента входа в зону полета |
| Количество попыток не ограничено в пределах общего конкурсного времени модуля и очередности | До 2 минут |
|  |  |  |
| Предполетная подготовка перед зачетным полетом | Полеты разрешены только в пределах зоны взлета и посадки с посадочной площадки | 2 минуты |
| Запрещен пролет через препятствия. В случае пролета через препятствие, участник лишается права дальнейшего тестирования до зачетной попытки |
|  | | |
| Зачётный полет | Выполняется по жеребьевке Конкурсантов | Личное время конкурсанта 5 мин |
| Время на устранение поломок, появившихся или обнаруженных во время выполнения зачетной попытки,  входит в конкурсное время участника | Таймер не останавливается |
| Конкурсанту разрешается входить в зону полета во время зачетных полетов, чтобы отремонтировать / перевернуть / поставить коптер на землю в соответствии с правилами ТБ | Таймер не останавливается |

**Ожидаемый результат выполнения модуля:**

* На БПЛА установлено все необходимое оборудование.
* Работа системы полезной нагрузки / захвата явно отображается световой индикацией.
* Выполнены задачи по переносу / перемещению объектов на полигоне   
  (БПЛА произвел захват 9 грузов, пролетел с ними через указанные препятствия и доставил в зону выгрузки за кратчайшее время).

**Пример полигона с описанием миссии:**

Необходимо произвести захват 9 грузов, пролет с каждым грузом через препятствия, цвета которых совпадают с цветом груза

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Модуль G** | **Точность выгрузки, скорость, количество груза** | | | | |
|  | |  |  |  | Элемент трассы |
|  |  |  | Груз |
|  |  |  | Зона взлёта и посадки |
|  |  |  | Грузоприёмник |
| **Описание задания** | | **Требования к результату** | | | |
| На трассе - 9 точек с грузом и 3 места выгрузки | | Соблюдение трассы | | | |
| Совершить захват грузов в указанных точках | | При переносе груз удержан | | | |
| Выполнить перенос груза в зону выгрузки,  пролетев через закрепленные за грузами препятствия, | | Отсутствие касаний к полу, сетке, элементам трассы | | | |
| Цвет преодолеваемых препятствий | | Соответствует цвету груза | | | |
| Максимальное время выполнения задания **5 мин** | | | | | |

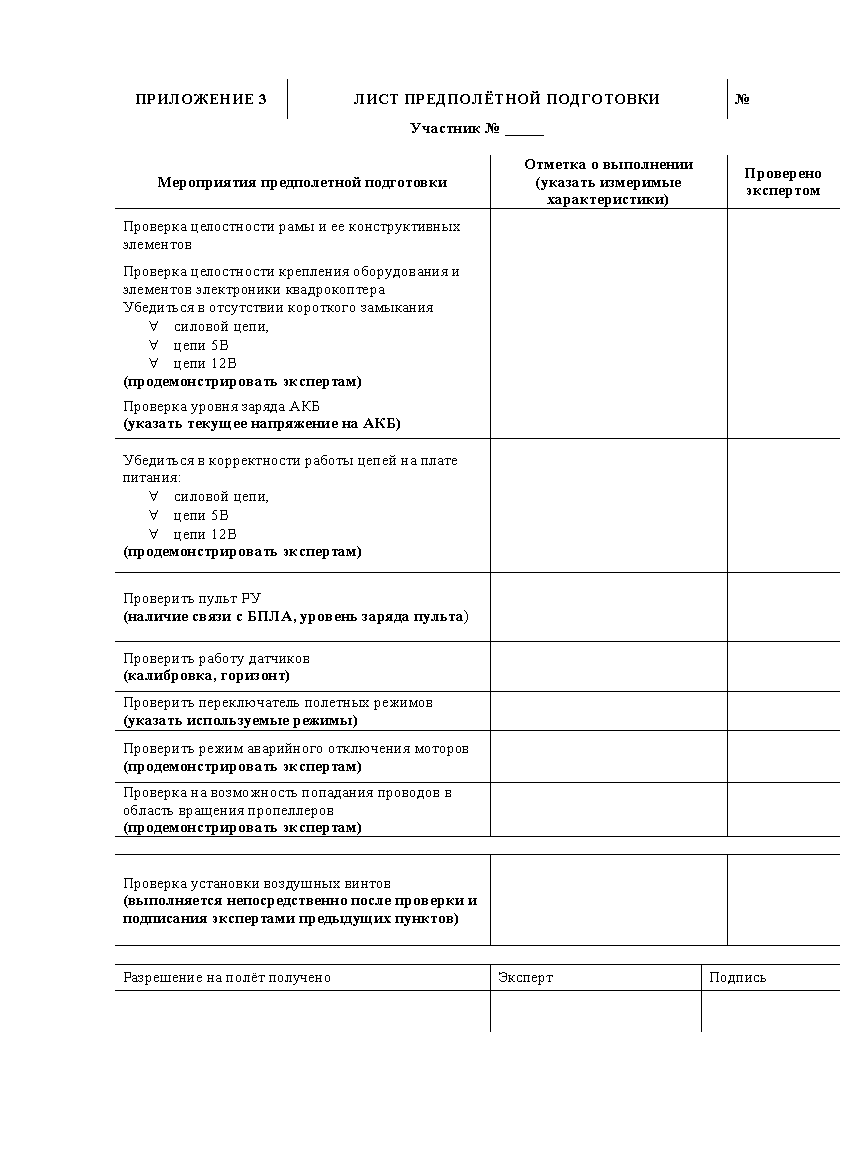
**Если конкурсант не справляется с установкой и настройкой захвата за отведённое в КЗ время -**

а) Полёты производятся на резервном коптере, находящемся на станции технического эксперта. В этом случае Конкурсанта убеждается в работоспособности коптера (получение сигнала на видеошлем, арм коптера) и приступает к зачётной попытке без проведения тестовых полётов.

* Время конкурсанта не останавливается
* Время на тестовые полёты не предоставляется
* Баллы за установку и настройку оборудования не начисляются

**ПРИЛОЖЕНИЯ к КЗ 20-21**

Приложение 1

**Лист предполетной подготовки**

Приложение 2

**Дефектная ведомость участника**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Дефектная ведомость**  КОНКУРСАНТ № \_\_\_\_\_\_  ФИО Конкурсанта\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  *Ведомость выдается конкурсантам в электронном виде.* | | |  |
| № | НАИМЕНОВАНИЕ НЕИСПРАВНОГО УЗЛА | ОПИСАНИЕ НЕИСПРАВНОСТИ | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

|  |
| --- |
| **Приложение 3** |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Приложение 4**  http://electrik.info/img/aruino_nano_pinout.jpg |
| **Приложение 5** | |

|  |
| --- |
| **Приложение 6**  Цветовой спектр для калибровки индикации image |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Red | #FF0000 | | | 255, 0, 0 | | |
| Pink | | #FFC0CB | | | 255, 192, 203 | |
| Orange | | | #FFA500 | | | 255, 165, 0 |
| Yellow | | | #FFFF00 | | | 255, 255, 0 |
| Purple | | | #800080 | | | 128, 0, 128 |
| SaddleBrown | | | #8B4513 | | | 139, 69, 19 |
| Black | | | #000000 | | | 0, 0, 0 |
| Gray | | | #808080 | | | 128, 128, 128 |
| Lime | | | #00FF00 | | | 0, 255, 0 |
| Green | | | #008000 | | | 0, 128, 0 |
| Aqua | | | #00FFFF | | | 0, 255, 255 |
| Blue | | | #0000FF | | | 0, 0, 255 |

**Приложение 7**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **СОСТАВ ЭЛЕМЕНТОВ КВАДРОКОПТЕРА** | | | |
| **№** | **Наименования элементов** | | |
| 1 | Мотор | Луч | Гайка Гайки Гайка М4 черная 10шт комплект oksyda купить с доставкой из Польши с  Allegro на FastBox 5080288002 |
| 2 | Пропеллер | Полетный контроллер | Гайка самоконтрящаяся Купить гайку в Тольятти | Гайки оптом – купить | Гайка 1.5, м8 – купить в  Тольятти в компании ГВОЗДЬ |
| 3 | Регулятор оборотов | Радиоприемник | Винты Купить винт ISO 7380-1 с фланцем, высокопрочный 12.9 в Санкт-Петербурге |
| 4 | Защита | Аккумулятор | Стойки нейлоновые |
| 5 | Ножка | Плата распределения питания | Стойка нейлоновая Стойка-винт нейлоновая М3 8мм черная - Купить крепеж в Украине, Харьков |
| 6 | Светодиодная лента. | Термоусадка КВТ термоусадочная трубка | Шестигранник |
| 7 | Паяльник Паяльник с керамическим нагревателем, долговечное жало 220В/30Вт REXANT  12-0122 купить, цена, фото. Паяльник с керамическим нагревателем,  долговечное жало 220В/30Вт REXANT | Плоскогубцы Извечный вопрос: плоскогубцы или пассатижи? | Ключ для пропеллеров Гаечный ключ для пропеллеров M3, M4, M5 купить - Интернет магазин по  квадрокоптерам в Украине. |